

Turbocharged engine cooling apparatus

Publication number: DE69617090T

Publication date: 2002-06-06

Inventor: UZKAN TEOMAN (US)

Applicant: GEN MOTORS CORP (US)

Classification:

- International: **F01P7/16; F02B29/04; F01P7/14; F02B3/06; F01P7/14; F02B29/00; F02B3/00; (IPC1-7): F01P7/16; F02B29/04**

- European: **F01P7/16D; F02B29/04B8L; F02B29/04T**

Application number: DE19966017090T 19960415

Priority number(s): US19950437391 19950512

Also published as:

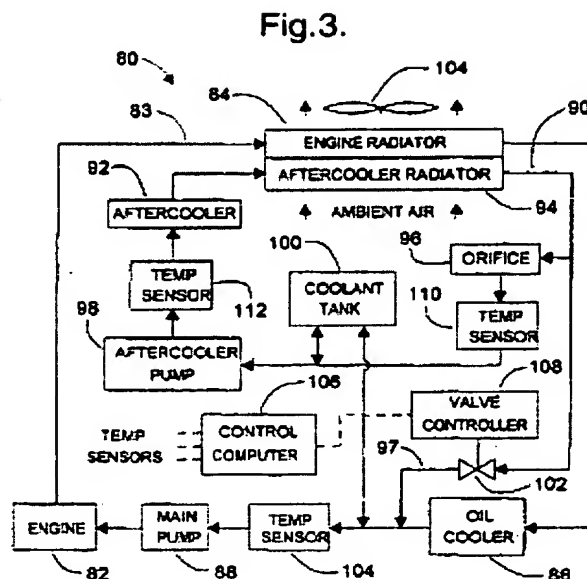
EP0742353 (A1)
US5598705 (A1)
EP0742353 (B1)
AU680163B (B2)

Report a data error here

Abstract not available for DE69617090T

Abstract of corresponding document: **EP0742353**

An internal combustion engine 82, such as a diesel engine for a diesel electric locomotive, is provided with a turbocharger having an aftercooler 92. A cooling apparatus for the engine is provided with a main coolant loop having a main pump 88 and a main radiator 84 and an aftercooler coolant loop having an aftercooler pump 98 and an aftercooler radiator 94. The coolant temperature in the aftercooler coolant loop is maintained lower than the coolant temperature in the main coolant loop when the coolant flows of the main and aftercooler coolant loops are maintained separate. A restricted orifice 96 is provided in the aftercooler coolant loop between the aftercooler radiator and the aftercooler pump; and a first linking conduit 97 is provided from the upstream side of the restricted orifice to the main coolant loop between the main radiator and the main pump. A valve 102 in the first linking conduit is activatable by a control 106 in response to an engine operation related parameter to permit coolant flow from the aftercooler loop to the main coolant loop. A common coolant tank 100 communicates with both coolant loops at the inlets of the pumps to provide a return coolant flow path.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide



①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

⑫ Übersetzung der
europäischen Patentschrift

⑨7 EP 0 742 353 B 1

⑩ DE 696 17 090 T 2

⑤1 Int. Cl. 7:
F 01 P 7/16
F 02 B 29/04

- ②1 Deutsches Aktenzeichen: 696 17 090.6
③6 Europäisches Aktenzeichen: 96 200 951.0
③6 Europäischer Anmeldetag: 15. 4. 1996
⑨7 Erstveröffentlichung durch das EPA: 13. 11. 1996
⑨7 Veröffentlichungstag
der Patenterteilung beim EPA: 21. 11. 2001
④7 Veröffentlichungstag im Patentblatt: 6. 6. 2002

③0 Unionspriorität:
437391 12. 05. 1995 US

⑦3 Patentinhaber:
General Motors Corp., Detroit, Mich., US

⑦4 Vertreter:
Manitz, Finsterwald & Partner GbR, 80336 München

⑧4 Benannte Vertragsstaaten:
DE, FR, GB

⑦2 Erfinder:
Uzkan, Teoman, Indian Head Park, Illinois 60525, US

⑤4 Kühlungseinrichtung für eine turboaufgeladene Brennkraftmaschine

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99 (1) Europäisches Patentübereinkommen).

Die Übersetzung ist gemäß Artikel II § 3 Abs. 1 IntPatÜG 1991 vom Patentinhaber eingereicht worden. Sie wurde vom Deutschen Patent- und Markenamt inhaltlich nicht geprüft.

DE 696 17 090 T 2

DE 696 17 090 T 2

96 200 951.0

Hintergrund der Erfindung

- 5 Das Gebiet dieser Erfindung ist eine Kühlvorrichtung für einen turbogeladenen Verbrennungsmotor, der einen Turbolader-Nachkühler umfasst. Bei einer besonderen Ausführungsform ist diese Erfindung insbesondere zur Verwendung in einer Dieselelektrolokomotive nützlich.
- 10 Dieselelektrolokomotiven, die dazu verwendet werden, Schienenfahrzeuge zu bewegen, werden durch Ausüben eines Drehmoments auf mit Schienen in Kontakt stehende Antriebsräder angetrieben. Die Energie zum Antreiben der Lokomotive wird zunächst von einem mit hoher Leistung beaufschlagten Dieselmotor entwickelt, und der Dieselmotor treibt einen Generator an, der mechanische Energie in elektrische Energie umwandelt. Die
- 15 elektrische Energie wird auf elektrische Zugmotoren aufgebracht, die die elektrische Energie zurück in mechanische Energie umwandeln, die auf die Räder für den Antrieb entlang der Schienen aufgebracht wird.
- 20 Wie bei allen Verbrennungsmotoren muss ein Dieselmotor einer Lokomotive im Betrieb gekühlt werden, um die im Verbrennungsprozess entwickelte Wärme abzuführen und somit die Motorbetriebstemperatur zu begrenzen. Obwohl etwas Wärme durch zirkulierendes Schmieröl abgeführt werden kann, wird der Hauptteil der Kühlung durch ein primäres Motor-
- 25 kühlungssystem vorgenommen, das ein zirkulierendes flüssiges Kühlmittel verwendet, um überschüssige Motorwärme von dem Motor zu einer Wärmetauschervorrichtung, wie beispielsweise einem Radiator, zur Übertragung in die Umgebung zu transportieren. Fig. 1 zeigt als Blockdia-

- gramm ein Kühlungssystem 10 nach dem Stand der Technik, das bei einem Lokomotiven-Dieselmotor 20 verwendet wird. Kühlmittel wird von einer Pumpe durch eine Kühlmittleitung 24 von dem Motor 20, von dem es Wärme aufnimmt, zu Radiatoren 26 zirkulieren gelassen, von denen
- 5 Wärme an die Umgebungsluft der Umwelt abgegeben wird, die durch Radiatoren 26 über Lüfter 28 und/oder 30 gezogen wird. Das Kühlmittel wird von einer Kühlmittelpumpe 38 durch eine Kühlmittelschleife zirkulieren gelassen, die eine Kühlmittelpumpe 38, Kühlmittelkanäle in dem Motor 20, Radiatoren 26 und einen optionalen Ölkühler 34 umfasst. Es
- 10 kann ein Kühlmittel tank 42 vorgesehen sein, der mit der Leitung 24 nahe des Einlasses der Kühlmittelpumpe 38 in Verbindung steht, um Kühlmittel wie zum Halten des Kühlmittels in der Schleife erforderlich abzugeben und aufzunehmen.
- 15 Zusätzlich kann die Leistung des Motors erhöht werden, indem mehr Kraftstoff in dem Zylinder verbrannt wird. Um eine erhöhte Menge Kraftstoff zu verbrennen, muss mehr Luft in dem Zylinder bereitgestellt werden. Bei vielen modernen Verbrennungsmotoren, einschließlich die am
- 20 meisten bei Diesel-Elektro-Lokomotiven verwendeten, wird diese Luft durch einen Turbolader 48 bereitgestellt, der die Umgebungsluft auf einen höheren Druck und somit höhere Dichte komprimiert. Diese Kompression erhöht jedoch auch die Temperatur der Luft, was nicht erwünscht ist, da sie den volumetrischen Wirkungsgrad des Motors 20 reduziert. Zusätzlich kann eine geringere Einlasslufttemperatur unerwünschte Emissionen von
- 25 dem Motor 20 reduzieren. Es ist somit erwünscht, die Luft, die von dem Turbolader 48 den Zylindern des Motors 20 zugeführt wird, zu kühlen; und ein Nachkühler 22 wird dazu verwendet, Wärme von der Luft, die den Turbolader 48 verlässt, zu dem Kühlmittel in der Kühlmittelschleife 10 zu

übertragen. Der Nachkühler 22 ist in der Schleife 24 parallel zu dem Motor 20 derart angeordnet, dass die zu dem Kühlmittel in dem Nachkühler 22 übertragene Wärme auch zur Umgebungsluft der Umwelt in Radiatoren 26 abgestrahlt wird. Die Kühlung der Motoreinlassluft durch den Nachkühler 22 verbessert somit den Motorwirkungsgrad und verringert Motoremissionen, wie es auch allgemein in der Technik bekannt ist.

Die höchste Priorität eines Motorkühlsystems ist der Schutz der Motorbauteile vor Temperaturen über ihre Betriebssicherheitsgrenzen hinaus. Daher muss das System entworfen sein, um eine Kühlkapazität für den Motor bereitzustellen, die für den ungünstigsten zu erwartenden Fall hinreichend ist: d.h., die höchsten zulässigen Motorleistungsniveaus bei den höchsten zu erwartenden Umgebungslufttemperaturen. Zu den mehreren Parametern, die die Kühlkapazität des Motorkühlungssystems beeinflussen, gehört die Temperaturdifferenz zwischen dem Kühlmittel und der in die Radiatoren 26 eintretenden Luft. Je größer diese Differenz ist, desto größer wird die Wärmeübertragung von dem Kühlmittel zur Umgebungsluft sein. Somit sind die Kühlungssysteme aus dem Stand der Technik, wie sie durch das System 10 von Fig. 1 verkörpert sind, derart entworfen, dass sie die Kühlmitteltemperatur bei oder unter einer maximalen Temperatur halten, die hinreichend niedrig ist, um den Motor unter den ungünstigsten Bedingungen zu schützen. Wenn ein Kühlungssystem für eine gegebene maximale Umgebungstemperatur und ein maximales Motorleistungsniveau entworfen ist, wird die Kühlkapazität bei den Radiatoren 26 größer sein als erforderlich, um den Motor bei niedriger Umgebungslufttemperatur oder bei Betrieb mit niedriger Motorleistung zu kühlen; jedoch kann die ungenutzte Kühlkapazität der Hauptschleife,

wenn überhaupt, nicht leicht für andere Kühlungsaufgaben, wie beispielsweise Nachkühler 22, auf eine optimale Weise angewandt werden.

Aus der DE-A-11 28 702 ist eine Kühlvorrichtung bekannt, die dazu
5 verwendet wird, einen Motor und seinen Turbolader zu kühlen. Die Kühl-
vorrichtung umfasst eine Hauptkühlmittelschleife, die mit dem Motor
verbunden ist, und eine Nachkühlerkühlmittelschleife, die mit dem Turbo-
lader verbunden ist. Die Hauptkühlmittelschleife ist mit der Nachkühler-
kühlmittelschleife auf der einen Seite über einen gemeinsamen Tank und
10 auf der anderen Seite über eine Verbindungsleitung verbunden, in der ein
Steuerventil vorgesehen ist. Wenn das Ventil die Verbindungsleitung
sperrt, ist die Hauptkühlmittelschleife vollständig von der Nachkühler-
kühlmittelschleife getrennt. Wenn jedoch das Ventil geöffnet ist, strömt
das Kühlmittel durch die Verbindungsleitung und den gemeinsamen
15 Tank, wodurch das Kühlmittel der Hauptkühlmittelschleife mit dem
Kühlmittel der Nachkühlerkühlmittelschleife vermischt wird.

Bei dieser bekannten Kühlvorrichtung sind die Schleifen vollständig ge-
trennt, wenn das Ventil geschlossen ist, so dass die Kühlkapazität
20 der Kühlvorrichtung reduziert ist.

Zusammenfassung der Erfindung

Es ist eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, einen Verbrennungsmotor
25 mit einem Turbolader und einer Kühlvorrichtung bereitzustellen, bei dem
die Kühlvorrichtung eine verbesserte Kühlkapazität im Vergleich mit
bekannten Kühlvorrichtungen für Verbrennungsmotoren mit Turboladern
aufweist.

Diese Aufgabe wird durch einen Verbrennungsmotor nach Anspruch 1 gelöst.

- 5 Der Motor dieser Erfindung ist mit einer Kühlvorrichtung versehen, die eine Hauptkühlmittelschleife für den Motor selbst und eine Nachkühlerkühlmittelschleife für den Nachkühler umfasst. Die Hauptkühlmittelschleife umfasst eine Hauptpumpe, einen Hauptradiator und eine Hauptkühlmittelleitung, die die Hauptpumpe, die Kühlmittelkanäle des Motors
10 und den Hauptradiator für eine Zirkulation eines flüssigen Kühlmittels in einer einzigen Richtung verbindet. Die Nachkühlerkühlmittelschleife umfasst eine Nachkühlerpumpe, einen Nachkühlerradiator und eine Nachkühlerkühlmittelleitung, die die Nachkühlerpumpe, den Nachkühler und den Nachkühlerradiator für eine Zirkulation eines flüssigen Kühlmit-
15 tels in einer einzigen Richtung verbindet. Die Haupt- und Nachkühler-schleifen sind für einen separaten und unabhängigen Betrieb geeignet; und die Bauteile der Nachkühlerkühlmittelschleife stellen eine niedrigere Nachkühler-Kühlmitteltemperatur als die Hauptkühlmitteltemperatur bereit, die durch die Bauteile der Hauptkühlmittelschleife darin geliefert
20 wird, wenn Kühlmittelströmungen der Haupt- und Nachkühlerkühlmittelschleifen getrennt gehalten werden.

- Unterstromig des Nachkühlerradiators und oberstromig der Nachkühlerpumpe ist in der Nachkühlerkühlmittelschleife eine beschränkte Öffnung
25 vorgesehen; und eine erste Verbindungsleitung ist von der Nachkühlerkühlmittelschleife an der oberstromigen Seite der beschränkten Öffnung zur Hauptkühlmittelschleife am Einlass der Hauptpumpe vorgesehen; und eine zweite Verbindungsleitung umfasst einen gemeinsamen Kühlmittel-

tank, der mit den Einlässen von sowohl der Haupt- als auch der Nachkühlerpumpe in Verbindung steht. Ein Ventil in der ersten Verbindungsleitung weist einen ersten Zustand auf, der eine Kühlmittelströmung durch dieses hindurch verhindert, um separate Kühlmittelströmungen in den

5 Haupt- und Nachkühlerkühlmittelschleifen aufrechtzuerhalten, und einen zweiten Zustand, der eine Kühlmittelströmung durch dieses hindurch zulässt, um eine Vermischung von Kühlmittel zwischen den Haupt- und Nachkühlerkühlmittelschleifen zu erlauben. Eine Steuerung, die auf einen mit dem Motorbetrieb in Beziehung stehenden Parameter anspricht, akti-

10 viert die Ventilvorrichtung zwischen ihrem ersten und ihrem zweiten Zustand.

Die Differenz zwischen der niedrigeren Nachkühler-Kühlmitteltemperatur und der höheren Hauptkühlmitteltemperatur wird maximiert, wenn das

15 Verbindungsventil geschlossen ist, um die Haupt- und Nachkühlerkühlmittelströmungen getrennt zu halten; jedoch reduziert ein Mischen des Kühlmittels zwischen den Haupt- und Nachkühlerkühlmittelschleifen bei offenem Verbindungsventil die Differenz zwischen der Nachkühler-Kühlmitteltemperatur und der Hauptkühlmitteltemperatur, wobei die erstere

20 zunimmt und die letztere abnimmt. Somit liefert die Aktivierung des Verbindungsventils eine Verschiebung in einem Anteil der Kühlkapazität der Kühlvorrichtung zwischen den Haupt- und Nachkühlerkühlmittelschleifen. Die Verwendung des gemeinsamen Kühlmittel tanks, der auch als ein Reservoir für beide Kühlmittelschleifen dient, erlaubt die Bewerk-

25 stellung des Vorstehenden mit einem einzigen Ventil.

Kurzbeschreibungen der Zeichnungen

Die vorliegende Erfindung wird nun beispielhaft anhand der begleitenden Zeichnungen beschrieben, in denen:

5

Fig. 1 als Blockdiagramm einen Motor mit einem Kühlungssystem zeigt, wie es aus dem Stand der Technik bekannt ist;

10

Fig. 2 ein weiteres Beispiel eines Motorkühlungssystems in Blockdiagrammform zeigt, das auch aus dem Stand der Technik bekannt ist,

15

Fig. 3 eine repräsentative Ausführungsform eines Motorkühlungssystems gemäß der Erfindung in Blockdiagrammform zeigt, und

20

Fig. 4 eine graphische Darstellung einer angestrebten Beziehung Kühlmittel/Umgebungslufttemperatur zeigt, die ein Benutzungsverfahren der Erfindung veranschaulicht.

Beschreibung der bevorzugten Ausführungsformen

In Fig. 2 ist eine aus dem Stand der Technik bekannte Kühlvorrichtung 50 für einen Verbrennungsmotor 52, wie beispielsweise einem Dieselmotor für eine Lokomotive, gezeigt. Der Motor 52 ist mit einem Turbolader versehen, der mit einem Nachkühler 62 ausgestattet ist, der dem Motor 52 unter Druck gesetzte, gekühlte Einlassluft zuführt. Die Kühlvorrichtung 50 umfasst zwei getrennte Kühlmittelschleifen: eine Hauptkühlmittel-

schleife für den Motor 52 und eine Nachkühlerkühlmittelschleife für den Turbolader-Nachkühler 62.

- Die Hauptkühlmittelschleife umfasst eine Hauptkühlmittelleitung 74, eine Hauptpumpe 58, die Kühlmittelkanäle des Motors 52, einen Motorradiator 54 und einen optionalen Ölkühler 56. In der Hauptkühlmittelschleife wird Kühlmittel in einer einzigen Richtung um die Schleife herum durch eine Pumpe 58 zirkulieren gelassen, so dass es Wärme von dem Ölkühler 56 und Motor 52 aufnimmt und Wärme an die Umgebungsluft der Umwelt in dem Motorradiator 54 abgibt. Ein Hauptkühlmitteltank 60 steht mit der Hauptschleife in der Nähe des Einlasses der Hauptpumpe 58 in Verbindung, um von dieser Kühlmittel wie zum Halten des Kühlmittels in der Schleife erforderlich abzugeben und aufzunehmen.
- Die Nachkühlerkühlmittelschleife umfasst eine Nachkühlerkühlmittelleitung 76, eine Kühlmittelpumpe 66, einen Nachkühler 62 und einen Nachkühlerradiator 64. In der Nachkühlerkühlmittelschleife wird Kühlmittel in einer einzigen Richtung um die Schleife herum durch die Pumpe 66 zirkulieren gelassen, so dass es Wärme von dem Nachkühler 62 aufnimmt und Wärme an die Umgebungsluft der Umwelt in dem Nachkühlerradiator 64 abgibt. Ein Nachkühler-Kühlmitteltank 68 ist mit der Nachkühlerkühlmittelschleife in der Nähe des Einlasses der Nachkühlerpumpe 66 verbunden, um Kühlmittel von dort abzugeben und aufzunehmen, wie es erforderlich ist, um Kühlmittel in der Schleife zu halten. Lüfter 77 drücken Umgebungsluft durch den Hauptradiator 54 und Nachkühlerradiator 64. Jedes der Bauteile arbeitet auf die gleiche Weise, wie es in dem in Fig. 1 beschriebenen System nach dem Stand der Technik beschrieben ist, mit der Ausnahme, dass die Haupt- und Nachkühlerkühlmittelschleifen jeweils

vollständig und zu einem separaten und unabhängigen Betrieb in der Lage sind. Die Bauteile der Haupt- und Nachkühlerkühlmittelschleifen sind derart bemessen und entworfen, dass, mit einem separaten Betrieb und ohne Vermischen von Kühlmittel zwischen den Schleifen, die Nachkühlerkühlmittelschleife eine niedrigere Kühlmitteltemperatur als die Hauptkühlmittelschleife aufrechterhält. Dies kann beispielsweise durch die Konstruktion der Radiatoren 54 und 64 bewerkstelligt werden: ihre relativen Größen, Orte, die Reihenfolge der Luftströmung durch diese hindurch, die Verwendung von die Luftströmung steuernden Verschlüssen usw.

10

Zusätzlich sind zwei mit Ventilen versehene Verbindungsleitungen vorgesehen, um wahlweise Kühlmittel zwischen den Haupt- und Nachkühlerkühlmittelschleifen zu vermischen. Eine Verbindungsleitung 71, die ein Verbindungsventil 70 umfasst, bringt die Nachkühlerkühlmittelschleife auf der Hochdruckseite der Nachkühlerpumpe 66 mit der Hauptkühlmittelschleife auf der Niederdruckseite der Hauptpumpe 58 in Verbindung. Bei offenem Verbindungsventil 70 wird ein Teil des kälteren Kühlmittels am Ausgang der Nachkühlerpumpe 66 durch das Ventil 70 in die Hauptkühlmittelschleife umgelenkt, um sich mit dem heißeren Kühlmittel darin zu vermischen, wobei es Wärme absorbiert und somit die Kühlmitteltemperatur der Hauptkühlmittelschleife verringert. Ähnlich bringt eine Verbindungsleitung 73, die ein Verbindungsventil 72 umfasst, die Hauptkühlmittelschleife auf der Hochdruckseite der Hauptpumpe 58 mit der Nachkühlerkühlmittelschleife auf der Niederdruckseite der Nachkühlerpumpe 66 in Verbindung. Bei offenem Verbindungsventil 72 wird ein Teil des heißeren Ausganges der Hauptpumpe 58 durch das Verbindungsventil 72 in die Nachkühlerkühlmittelschleife umgelenkt, um sich mit dem kälteren Kühlmittel darin zu vermischen, wobei es Wärme abgibt und

20

25

somit die Kühlmitteltemperatur der Nachkühlerkühlmittelschleife erhöht. Bei offenen Verbindungsventilen 70 und 72 und aus den beiden Schleifen vermishtem Kühlmittel wird somit Wärme von der heißeren Hauptkühlmittelschleife zu der kälteren Nachkühlerkühlmittelschleife übertragen, um den Unterschied der Kühlmitteltemperatur dazwischen zu verringern. Je mehr Verbindungsventile 70 und 72 geöffnet sind, desto mehr Kühlmittel wird zwischen den Haupt- und Nachkühlerkühlmittelschleifen vermischt werden und desto geringer wird die Differenz der Kühlmitteltemperatur dazwischen sein. Somit überträgt das Öffnen der Ventile 70 und 72 effektiv zusätzliche Kühlkapazität von der Nachkühlerschleife zur Hauptschleife.

Das Öffnen und Schließen der Verbindungsventile 70 und 72 wird durch Ventil-Controller 78 bzw. 79 gesteuert; und die Controller 78 und 79 stehen unter dem Befehl eines Steuercomputers 60. Der Computer 60 kann ein normaler, digitaler oder analoger Computer sein, der Signale von Motor- und/oder Umgebungsparametersensoren empfängt. Ein einfaches veranschaulichendes Beispiel einer Steuerungsstrategie ist die Verwendung eines Kühlmitteltemperatursensors 55 in der Hauptkühlmittelschleife, wie es in Fig. 2 zwischen der Hauptpumpe 58 und dem Motor 52 zu sehen ist. Da eine zunehmende Kühlmitteltemperatur in der Hauptkühlmittelschleife eine Angabe liefert, dass zusätzliche Kühlkapazität für den Motor 52 notwendig sein kann, hält der Steuercomputer 60 die Verbindungsventile 70 und 72 unterhalb einer vorbestimmten ventilaktivierenden Hauptkühlmitteltemperatur geschlossen, und öffnet die Ventile oberhalb dieser Temperatur. Die Verbindungsventile 70 und 72 können nur eine einzige voll offene Position oder eine Vielzahl von Öffnungsgraden besitzen. In jedem Fall kann das Ausmaß an Öffnen moduliert werden, wie

es in der Technik allgemein bekannt ist, vormalerweise durch eine Pulsweitensteuerung und heute beispielsweise durch eine Lageregelung. Der hierin gezeigte Ort für den Sensor 55 ist nicht entscheidend; der Sensor könnte irgendwo in der Hauptkühlmittelschleife angeordnet sein.

5

Eine weitere Steuerungsstrategie beruht auf der Erfassung der Umgebungslufttemperatur, wie beispielsweise durch einen Umgebungslufttemperatursensor 57, der an einem zweckmäßigen und repräsentativen Ort neben dem Motor 52 angeordnet sein kann und dem Computer 60 ein
10 Umgebungslufttemperatursignal liefert. Diese Steuerungsstrategie wird anhand des Graphen in Fig. 4 beschrieben. Die horizontale Achse stellt die Umgebungslufttemperatur der Umwelt, in der der Motor arbeitet, über einen erwarteten Bereich von minus 40 Grad C bis 46 Grad C, mit einer Angabe einer mäßigen Umgebungslufttemperatur von 21 Grad C dar. Die
15 vertikale Achse stellt die Kühlmitteltemperatur dar und umfasst einen Bereich von etwas unter 38 Grad C bis 99 Grad C. Die Kurve 120 gibt die angestrebte Kühlmitteltemperatur in der Nachkühlerkühlmittelschleife an, und die Kurve 130 gibt die angestrebte Kühlmitteltemperatur in der Hauptkühlmittelschleife an.

20

Bei diesem Beispiel sind die Bauteile der Hauptkühlmittelschleife derart entworfen, dass sie die Kühlmitteltemperatur in dieser auf einer Temperatur von 77 Grad C bei oder unter einer Umgebungslufttemperatur von 21 Grad C halten. Die Kühlmitteltemperatur der Nachkühlerschleife darf von
25 38 Grad C auf 60 Grad C über den gleichen Bereich der Umgebungslufttemperatur ansteigen. Für das Halten der Kühlmitteltemperaturen in diesem Bereich kann der Computer 60 wie notwendig mit Kühlmitteltemperatursensoreingängen und -ausgängen versorgt werden, um die Dreh-

zahl des Lüfters 77 und verschiedene Verschlüsse, die nicht gezeigt sind, aber in der Technik bekannt sind, zu steuern und somit die Luftströmung durch die Radiatoren 54 und 64 zu steuern. Wenn die erfasste Umgebungslufttemperatur neben dem Motor 52, wie sie durch den Sensor 57
5 angegeben wird, über 21 Grad C ansteigt, werden die Verbindungsventile 70 und 72 geöffnet, um zusätzliche Kühlkapazität von der Nachkühlerkühlmittelschleife zur Hauptkühlmittelschleife zu übertragen. Wenn die Umgebungslufttemperatur weiter zunimmt, wird das Ventil um einen erhöhten Betrag geöffnet. Je größer die Öffnung der Verbindungsventile 70
10 und 72 ist, desto mehr Kühlmittel wird zwischen den Kühlmittelschleifen vermischt werden, desto kleiner wird der Unterschied der Kühlmitteltemperaturen dazwischen sein, und desto größer wird die Übertragung von Kühlkapazität von der Nachkühlerkühlmittelschleife zur Hauptkühlmittelschleife sein. Wenn die Umgebungslufttemperatur den maximal
15 erwarteten Wert von 46 Grad C erreicht, werden die Verbindungsventile 70 und 72 zu ihrem größten Ausmaß geöffnet. Bei dieser Umgebungslufttemperatur ist die Vermischung von Kühlmittel zwischen den Haupt- und Nachkühlerkühlmittelschleifen beträchtlich; und die Kühlmitteltemperaturen in den Schleifen sind bei 99 Grad C praktisch identisch. Die Kühlkapazität der Hauptschleife wird in Übereinstimmung mit dem Entwurf seiner Bauteile maximiert.
20

Ein Beispiel einer bevorzugten Ausführungsform dieser Erfindung ist in Fig. 3 gezeigt. Diese Ausführungsform umfasst eine Kühlvorrichtung 80,
25 die ein einziges Verbindungsventil 102 und einen Ventil-Controller 108 in einer Verbindungsleitung 97 von einer Nachkühlerkühlmittelleitung 90 in einer Nachkühlerkühlmittelschleife zu einer Hauptkühlmittelleitung 83 in einer Hauptkühlmittelschleife verwendet. In der Nachkühlerkühlmittel-

schleife wird durch eine beschränkte Öffnung in dieser ein hoher Druck geschaffen; und die Öffnung 96 lenkt etwas von der Kühlmittelströmung aus der Nachkühlerkühlmittelschleife zur Hauptkühlmittelschleife um, wenn das Verbindungsventil 102 offen ist. Eine Kompensationsströmung aus der Hauptkühlmittelschleife zur Nachkühlerkühlmittelschleife wird
5 durch einen einzigen Kühlmittelank 100, der von beiden Schleifen verwendet wird, bereitgestellt.

Ausführlicher umfasst die Hauptkühlmittelschleife von Fig. 3 eine Hauptkühlmittleitung 83, eine Hauptpumpe 88, die Kühlmittelkanäle des Motors 82, einen Motorradiator 84, einen optionalen Ölkühler 86 und einen optionalen Kühlmitteltemperatursensor 104, der neben dem Einlass der Hauptpumpe 88 gezeigt ist, aber irgendwo in der Hauptkühlmittelschleife angeordnet sein kann. Die Nachkühlerkühlmittelschleife umfasst
15 eine Nachkühlerkühlmittleitung 90, eine Nachkühlerpumpe 98, einen optionalen Kühlmitteltemperatursensor 112, einen Nachkühler 92, einen Nachkühlerradiator 94, eine beschränkte Öffnung 96 und optionale Kühlmitteltemperatursensoren 110 und 112. Die Verbindungsleitung 97 ist von einem Punkt in der Nachkühlerkühlmittleitung 90 von erhöhtem
20 Druck kurz vor der Öffnung 96 durch das Verbindungsventil 102 mit einem Punkt von niedrigerem Druck in der Hauptkühlmittleitung 83 verbunden, wie beispielsweise zwischen dem Ölkühler 86 und der Hauptpumpe 88. Bei offenem Ventil 102 fließt etwas Kühlmittel aus der Nachkühlerkühlmittelschleife durch die Verbindungsleitung 97 zur Hauptkühlmittelschleife. Ein einziger Kühlmittelank 100 ist mit der Hauptkühlmittleitung 83 und der Nachkühlerkühlmittleitung 90 nahe bei
25 den jeweiligen Pumpeneinlässen verbunden; und es tritt eine Zusatzströmung aus der Hauptkühlmittelschleife zur Nachkühlerkühlmittelschleife

durch diese hindurch auf. Bei offenem Ventil 102 wird deshalb Kühlmittel aus den Haupt- und Nachkühler-Schleifen vermischt; und Wärme wird von der heißeren Hauptkühlmittelschleife zur kälteren Nachkühlerkühlmittelschleife übertragen. Eine zusätzliche Kühlkapazität wird somit
5 von der Nachkühlerkühlmittelschleife zur Hauptkühlmittelschleife übertragen, wenn das Ventil 102 geöffnet ist.

Das Verbindungsventil 102 wird von einem Ventil-Controller oder Aktuator 108 gesteuert, der auf einen Steuercomputer 106 anspricht. Der Steuercomputer 106 kann auf den Kühlmitteltemperatursensor 104 anspre-
10 chen, der in der Hauptkühlmittelschleife in der Nähe des Einlasses der Hauptpumpe 88 angeordnet sein kann, um das Verbindungsventil 102 zu öffnen, wenn die Kühlmitteltemperatur in der Hauptkühlmittelschleife eine vorbestimmte hauptventilaktivierende Temperatur übersteigt, wie bei
15 der Vorrichtung von Fig. 2.

Dadurch, dass die Kühlvorrichtung dieser Erfindung die Kühlmitteltemperatur in der Nachkühlerkühlmittelschleife bei niedrigen Umgebungslufttemperaturen ziemlich niedrig hält, ist die Vorrichtung derart entworfen,
20 dass die Möglichkeit eines Einfrierens des Nachkühlers reduziert wird. Daher kann ein zusätzlicher Kühlmitteltemperatursensor 112 in der Nachkühlerkühlmittelschleife zwischen der Nachkühlerpumpe 98 und dem Nachkühler 92 angeordnet sein. Der Computer 106 spricht auf das von dem Sensor 112 angegebene Kühlmitteltemperatursignal an, um das
25 Verbindungsventil 102 zu öffnen, wenn die angegebene Kühlmitteltemperatur in der Nachkühlerkühlmittelschleife unter eine vorbestimmte ventilaktivierende Nachkühler-Kühlmitteltemperatur fällt. Bei offenem Verbindungsventil 102 wird sich Kühlmittel aus den Haupt- und Nachkühler-

kühlmittelschleifen vermischen, so dass die Kühlmitteltemperatur in der Nachkühlerkühlmittelschleife und somit im Nachkühler 92 erhöht wird, um ein derartiges Einfrieren zu verhindern.

- 5 Die Steuerungsfähigkeit, die durch die separaten Haupt- und Nachkühlerkühlmittelschleifen mit Verbindungsleitungen und Ventilen bereitgestellt wird, kann auch in Verbindung mit Lüfter- und Verschlusssteuerungen für die Radiatoren verwendet werden, um eine übergangslos koordinierte Steuerung zu schaffen. Der Lüfter oder die Lüfter können nur in
- 10 Schritten, wie bei der Aktivierung von mehreren Lüftern, über die Beschränkung einer auswählbaren Lüfterdrehzahl auf besondere, abgestufte Werte, oder über das Öffnen oder Schließen von einzelnen Verschlüssen steuerbar sein. In diesem Fall kann eine kontinuierlich verstellbare Verbindungsventilvorrichtung eine Glättungsfähigkeit zwischen den Stufen
- 15 der Luftströmungssteuerung bereitstellen.

- Eine zusätzliche Steuerungsfähigkeit kann in der Kühlvorrichtung bereitgestellt werden, indem die Verbindungskühlmittelströmungsrate zwischen den Haupt- und Nachkühlerkühlmittelschleifen abgeschätzt wird, die zur
- 20 Diagnose und zu anderen Zwecken nützlich sein kann. Ein Kühlmitteltemperatursensor 110 kann in der Nachkühlerkühlmittelschleife zwischen der Öffnung 96 und dem Kommunikationspunkt in der Nachkühlerleitung 90 mit dem Kühlmittel tank 100 vor der Nachkühlerpumpe 98 vorgesehen sein. Da der Kühlmitteltemperatursensor 110 knapp oberstromig der
- 25 eintretenden Verbindungskühlmittelströmung angeordnet ist, und der Kühlmitteltemperatursensor 112 knapp unterstromig der eintretenden Verbindungskühlmittelströmung angeordnet ist, gibt die Differenz der Kühlmitteltemperaturen, die von diesen Sensoren registriert wird, die

Änderung der durch die Verbindungsströmung erzeugten Kühlmitteltemperatur an, die mit der Verbindungskühlmittelströmungsrate in Beziehung steht. Der Computer 106 kann mit einer Nachschlagetabelle programmiert sein, die abgeschätzte Verbindungsströmungsratenwerte als
5 eine Funktion der Kühlmitteltemperatursignale von Sensoren 110 und 112 oder dem Unterschied dazwischen speichert.

96 200 951.0

Ansprüche

- 5
1. Verbrennungsmotor (82), der Kühlmittelkanäle, einen Turbolader zur Erhöhung der Dichte der Ansaugluft, einen Nachkühler (92) zum Kühlen der Ansaugluft von dem Turbolader und eine Kühlvorrichtung aufweist, umfassend:
- 10 eine Hauptkühlmittelschleife (80) mit einer Hauptpumpe (88), einem Hauptradiator (84) und einer Hauptkühlmittelleitung, die die Hauptpumpe (88), die Kühlmittelkanäle des Motors (82) und den Hauptradiator (84) zur Zirkulation eines flüssigen Kühlmittels in einer einzigen Richtung verbindet,
- 15 eine Nachkühlerkühlmittelschleife (90), die eine Nachkühlerpumpe (98), einen Nachkühlerradiator (94) und eine Nachkühlerkühlmittelleitung umfaßt, die die Nachkühlerpumpe (98), den Nachkühler (92) und den Nachkühlerradiator (94) zur Zirkulation eines flüssigen Kühlmittels in einer einzigen Richtung verbindet, wobei die Bauteile
- 20 der Nachkühlerkühlmittelschleife (90) darin eine niedrigere Kühlmitteltemperatur bereitstellen als die Kühlmitteltemperatur, die darin durch die Bauteile der Hauptkühlmittelschleife (80) bereitgestellt wird, wenn Kühlmittelströmungen der Haupt- und Nachkühlerkühlmittelschleifen (80, 90) getrennt gehalten werden,
- 25 eine erste Verbindungsleitung (97) von der Nachkühlerschleife (90) in die Hauptkühlmittelschleife (80),

eine zweite Verbindungsleitung, die einen gemeinsamen Kühlmittel-
mitteltank (100) umfaßt, der mit den Einlässen von sowohl der
Hauptpumpe als auch der Nachkühlerpumpe in Verbindung steht;

5 eine Ventilvorrichtung, die ein Ventil (102) in der ersten Verbin-
dungsleitung (97) umfaßt, wobei das Ventil (102) einen ersten Zu-
stand aufweist, der eine Kühlmittelströmung durch dieses hindurch
verhindert, um Kühlmittelströmungen in den Haupt- und Nachküh-
lerkühlmittelschleifen (80, 90) getrennt zu halten, und einen zweiten
10 Zustand aufweist, der eine Kühlmittelströmung durch dieses hin-
durch zuläßt, um ein Mischen von Kühlmittel zwischen den Haupt-
und Nachkühlerkühlmittelschleifen (80, 90) zuzulassen, und

eine Steuerung (106, 108), die auf einen mit einem Motorbetrieb
in Beziehung stehenden Parameter anspricht, um die Ventilvorrich-
tung zwischen ihren ersten und zweiten Zuständen zu aktivieren,
15 g e k e n n z e i c h n e t durch

eine beschränkte Öffnung (96) in der Nachkühlerkühlmittel-
schleife (90) nach dem Nachkühlerradiator (94) und vor dem Einlaß
der Nachkühlerpumpe (98), wobei die erste Verbindungsleitung (97)
mit der Nachkühlerkühlmittelschleife (90) an der oberstromigen Seite
20 der beschränkten Öffnung (96) verbunden ist und am Einlaß der
Hauptpumpe (88) in der Hauptkühlmittelschleife (80) endet.

2. Motor nach Anspruch 1, wobei die Steuerung auf einen Kühlmittel-
temperatursensor (104) in der Hauptkühlmittelschleife (80) am Ein-
25 laß zur Hauptpumpe (88) unterstromig von der ersten Verbindungs-
leitung (97) anspricht, um das Verbindungsventil (102) zu seinem er-
sten Zustand unter einer ventilaktivierenden Hauptkühlmitteltempe-
ratur zu aktivieren, und das Verbindungsventil (102) zu seinem

zweiten Zustand über der ventilaktivierenden Hauptkühlmitteltemperatur zu aktivieren.

3. Motor nach Anspruch 1, wobei die Steuerung auf einen ersten Kühlmitteltemperatursensor (110) in einer der Haupt- und Nachkühlerschleifen (80, 90) oberstromig von dem Punkt einer eintretenden Verbindungskühlmittelströmung und einen zweiten Kühlmitteltemperatursensor (112) in der einen von den Haupt- und Nachkühlerschleifen (80, 90) unterstromig von dem Punkt einer eintretenden Verbindungskühlmittelströmung anspricht, um ein abgeschätztes Verbindungskühlmittelströmungssignal zu erzeugen.
4. Motor nach Anspruch 3, bei dem die eine der Haupt- und Nachkühlerschleifen die Nachkühlerschleife (90) ist.

Fig.1. STAND DER TECHNIK

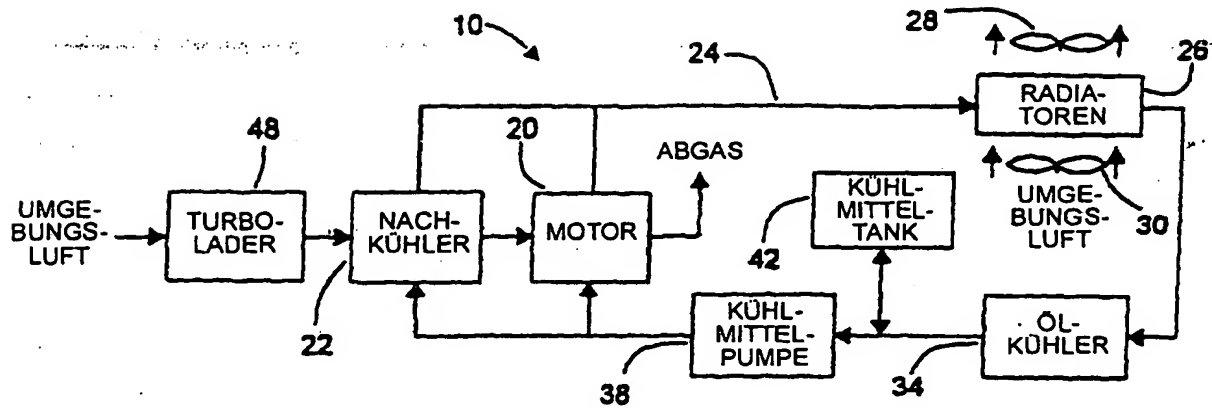


Fig.4.

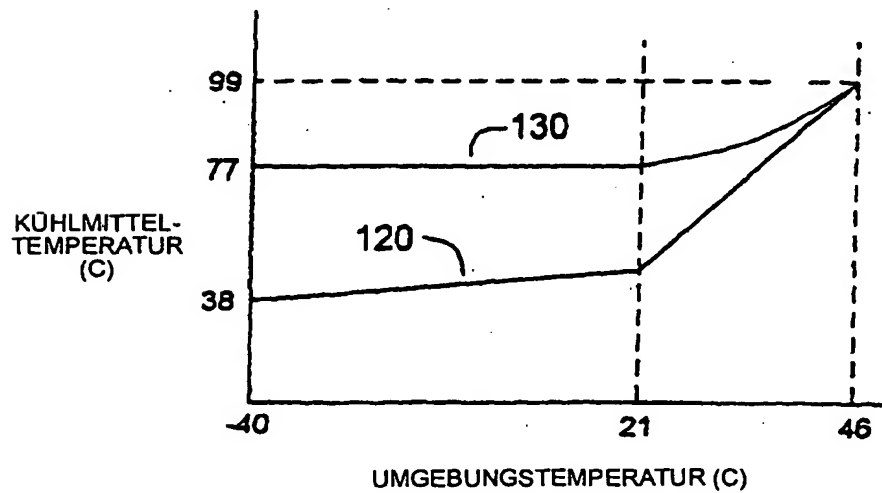


Fig.3.

